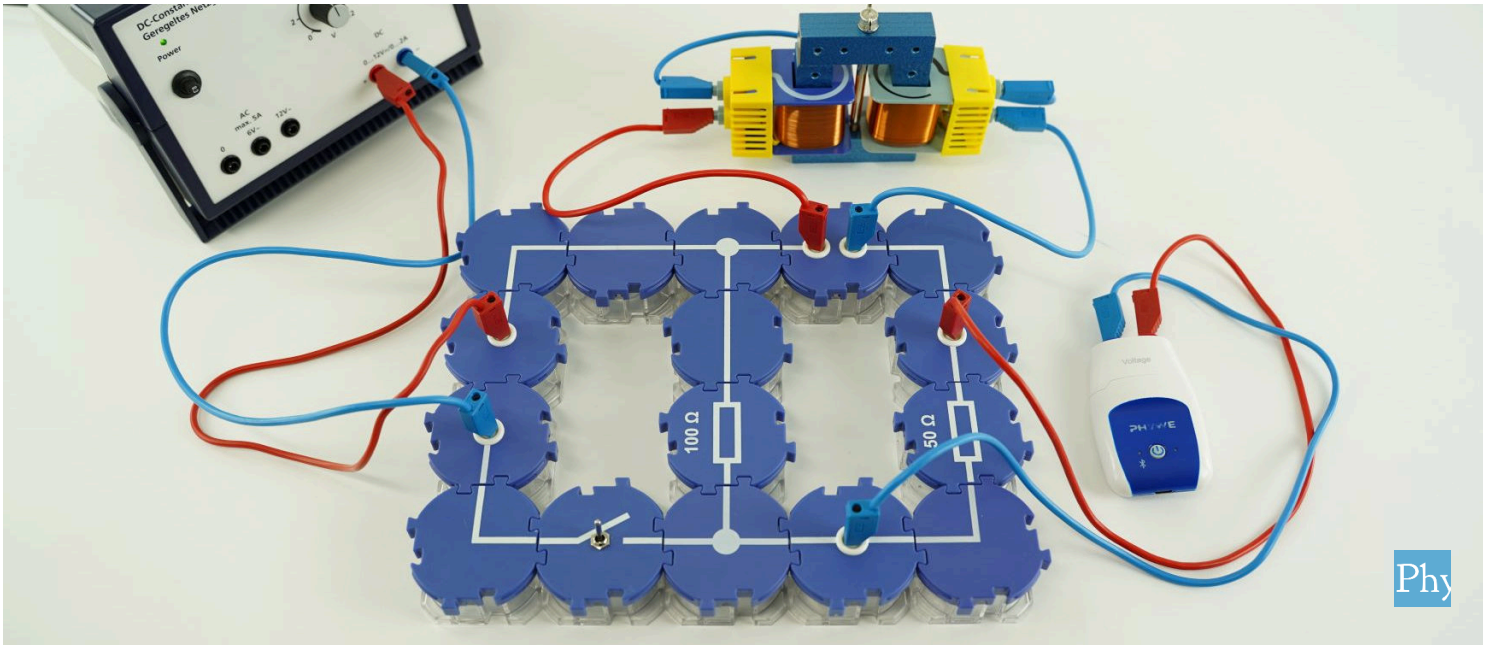
Die Selbstinduktion beim Einschaltvorgang mit Cobra SMARTsense



Physik | Elektrizität & Magnetismus | Elektromagnetismus & Induktion

Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	2	10 Minuten	20 Minuten

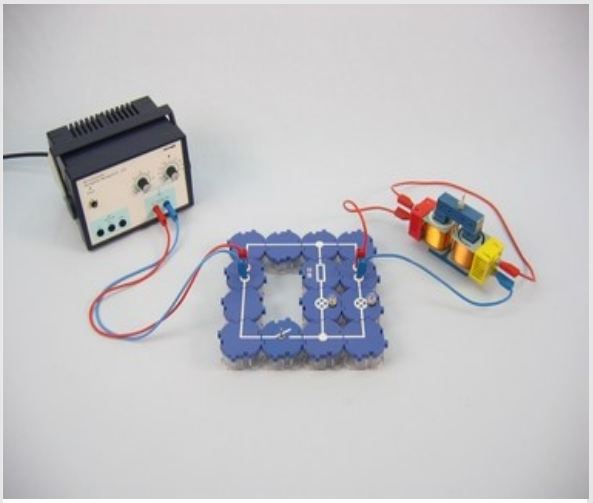
PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE excellence in science



Versuchsaufbau

Stromdurchflossene Spulen besitzten ein Magnetfeld, welches nach dem Schließen des Gleichstromkreises erst aufgebaut und nach dem Öffnen des Stromkreises abgebaut werden muss. Dadurch entsteht jeweils eine Selbstinduktionsspannung.

Die Selbstinduktionsspannung wirkt nach dem Lenz'schen Gesetz ihrer Ursache stets entgegen. Es gilt: $U_i = -L \cdot (\mathrm{d}I/\mathrm{d}t)$ mit dem Selbstinduktivität L, mit der Einheit Henry $(1\,H = 1\,\Omega s)$.

Anwendung findet dieses Prinzip beispielsweise als Dämpfer in der elektrischen Messtechnik. Weitere Anwendungsbeispiele der Induktion sind beispielsweise Ladestationen oder Induktionsherde.

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE excellence in science

Vorwissen

Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen und nachvollziehen können. Sie sollten wissen, dass in einer Spule eine Spannung induziert wird, solange sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert. Sie sollten Elektromagneten kennen und daher auch wissen, dass eine stromdurchflossene Spule ein Magnetfeld besitzt und wovon die Stärke des Magnetfeldes abhängig ist.

Prinzip

Die Selbstinduktion ist eine Eigenschaft elektrischer Stromkreise oder Bauelemente, insbesondere von Spulen. Die Selbstinduktivität eines Stromkreises setzt die zeitliche Änderungsrate des elektrischen Stroms mit der elektrischen Spannung in Beziehung. Sowohl beim Ein- als auch Ausschalten wird der Änderung entgegengewirkt und somit eine Verzögerung der Änderung bewirkt.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE excellence in science

Lernziel

Die Schüler sollen mit dem vorgesehenen Versuch erkennen, dass beim Einschalten eine Selbstinduktionsspannung entsteht, die dem Anwachsen des Stromes entgegenwirkt.

Aufgaben

Der Versuch wird zunächst mit zwei durch einen Eisenkern verbundenen Spulen durchgeführt. Beim erneuten Ein- und Ausschalten soll erkannt werden, dass die Glühlampe bei der Spule später erhellt, während die andere sofort leuchtet.

Im zweiten Abschnitt wird der Eisenkern entfernt und erkannt, dass der zuvor beobachtete Effekt beim Einschalten nun nicht mehr auftritt.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE excellence in science

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Da die Induktivität relativ gering ist, müssen die Schüler den Einschaltvorgang wiederholt auslösen, um ihren Blick für das spätere Aufleuchten der Glühlampe L_2 zu schulen. Eventuell erkennen sie das besser, wenn sie den Versuch auch einmal mit einer niedrigen Betriebsspannung durchführen.

Die zur Verfügung stehenden Spulen haben ohne Eisenkern die Induktivitäten $50\,mH$ bzw. $3\,mH$. Bei geschlossenem Kern hat die Spule mit 400 Windungen eine Induktivität in der Größenordnung von etwa $100\,mH$, die Spule mit 1600 Windungen eine von etwa $700\,mH$.

Sicherheitshinweise

PHYWE excellence in science

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Schülerinformationen

Motivation

Induktionsherd

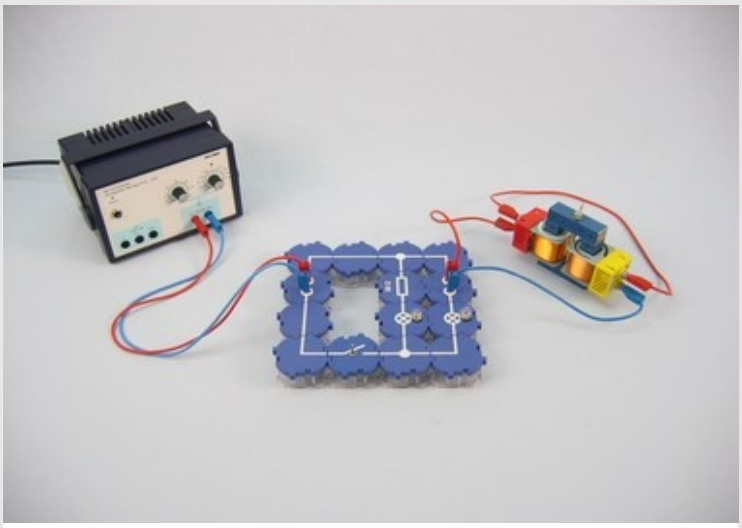
Induktion ist ein Prinzip das vielseitig in elektrischen Geräten angewendet wird. Daher begegnet man diesem Phänomen im Alltag oft ohne sich dessen bewusst zu sein.

Das offensichtlichste Beispiel bei dem Induktion stattfindet ist der Induktionsherd. Hier wird mithilfe von Wirbelströmen der auf dem Herd stehende Topfboden erwärmt. Ein weiteres Beispiel, bei dem Induktion eine Rolle spielt, ist das kabellose Laden. Dabei wird durch ein zeitlich veränderliches Magnetfeld ein elektrisches Feld induziert, welches wiederum einen Strom erzeugt.

In diesem Experiment lernst du, was es mit der Selbstinduktion einer Spule auf sich hat und welche Auswirkung dies auf einen Stromkreis hat.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgaben



Versuchsaufbau

Welche Wirkung hat eine Spule beim Schließen eines Gleichstromkreises?

Untersuche an einer Parallelschaltung zweier Glühlampen die Wirkung einer Spule, die in einem der Zweige eingebaut ist.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
2	Cobra SMARTsense - Voltage, ± 30 V (Bluetooth + USB)	12901-01	1
3	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	2
4	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, SB	05601-11	2
5	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	4
6	Leitungs-Baustein, T-förmig, SB	05601-03	2
7	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	2
8	Ausschalter, SB	05602-01	1
9	Lampenfassung E10, SB	05604-00	2
10	Glühlampen 4 V/0,04 A/0,16 W, Sockel E10 Set mit 10 Stück	06154-03	2
11	Widerstand 50 Ohm, SB	05612-50	1
12	Widerstand 100 Ohm, SB	05613-10	1
13	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
14	Spule, 400 Windungen	07829-01	2
15	Spule, 1600 Windungen	07830-01	1
16	Schüler - Eisenkern, U-förmig, geblättert	07832-00	1
17	Schüler - Eisenkern, I-förmig, geblättert	07833-00	1
18	Spannschraube für Schüler - Eisenkern	07834-00	1
19	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
20	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	2
21	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
22	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
23	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (1/2)

PHYWE excellence in science

Zur Messung der Spannung wird der Cobra SMARTsense und die measureAPP benötigt. Die App kann im App Store kostenlos heruntergeladen werden - QR-Codes siehe unten. Kontrolliere, ob an deinem Gerät (Tablet, Smartphone) Bluetooth aktiviert ist.

measureAPP für Android Betriebssysteme

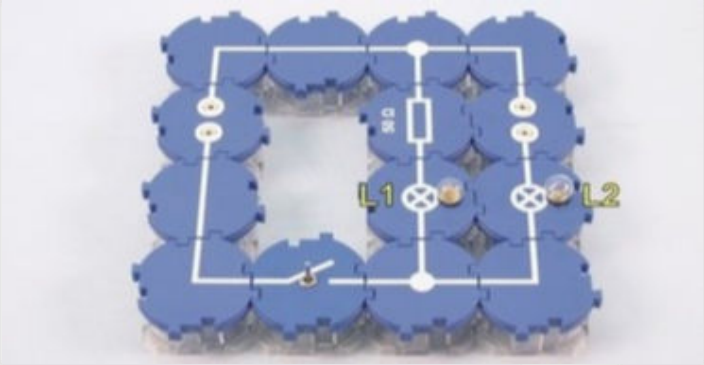
measureAPP für iOS Betriebssysteme

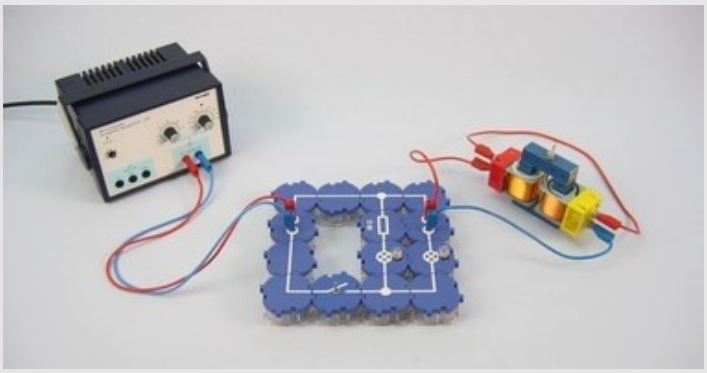
measureAPP für Tablets / PCs mit Windows 10

Aufbau (2/2)

PHYWE excellence in science

Setze die Spulen auf den U-Kern. Presse U-Kern und Joch mit der Spannschraube fest aufeinander. Baue den Versuch den Abbildungen entsprechend auf. Der Schalter ist zunächst offen.

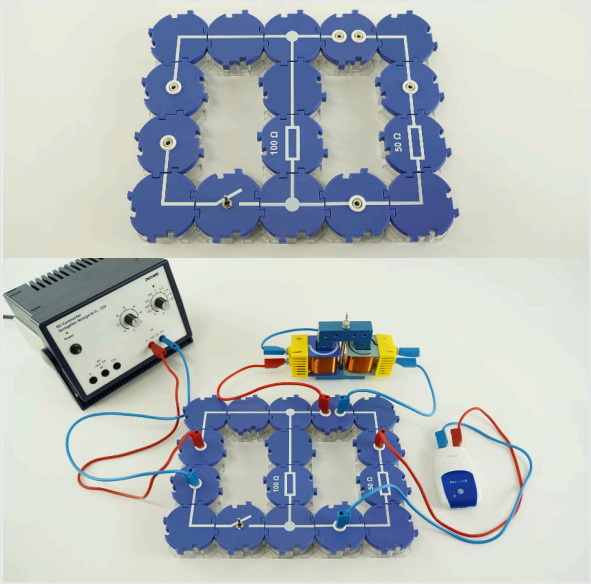




PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (1/3)

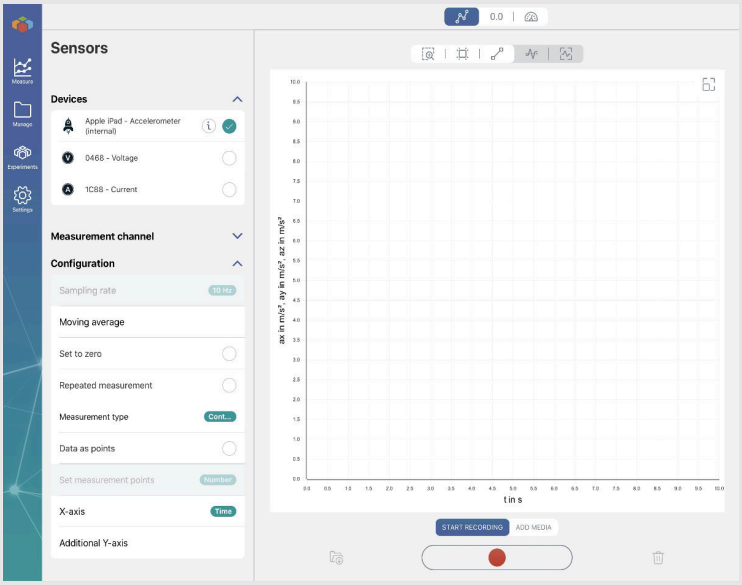
PHYWE excellence in science



- Schalte das Netzgerät ein und stelle die Gleichspannung auf 6V ein.
- Schließe und öffne den Schalter wiederholt.
- Beobachte die Glühlampen L1und L2 gleichzeitig.
- Wiederhole dies mit einer geringeren Spannung und beobachte erneut die Glühlampen.
- Schalte das Netzgerät aus.
- Baue den Stromkreis den Abbildungen entsprechend auf. Der Schalter bleibt zunächst wieder geöffnet.

Durchführung (2/3)

PHYWE excellence in science

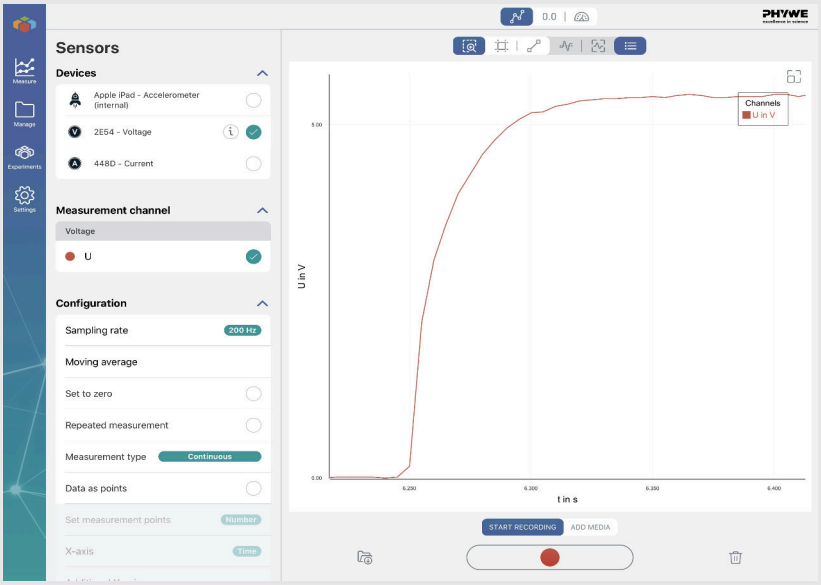


- Schalte den SMARTsense-Sensor durch längeres Drücken der Einschalttaste ein und stelle sicher, dass das Tablet sich mit Bluetooth Geräten verbinden kann.
- Öffne die PHYWE measure App und verbinde den Sensor unter "Measure" > "Sensor" und wähle anschließend den Sensor "Voltage" aus (oben links).
- Nach jeder der folgenden Messungen kann die Messung gespeichert werden. Zur weiteren Analyse kann die Messung jederzeit unter "Meine Messungen" wieder geöffnet werden.

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (3/3)

PHYWE excellence in science



- Stelle am Netzgerät $6\,V$ und eine Strombegrenzung von $1\,A$.
- Starte eine Messung und schalte nun wiederholt den Stromkreis am Schalter ein und aus und nimm dabei die Messwerte auf.
- Beim Vergößern eines Einschaltvorgangs mit dem Zoom-Button sollte die Messlinie ähnlich der Abbildung links aussehen.
- Wiederhole die Messungen, entferne dabei aber den Eisenkern aus den Spulen!

PHYWE excellence in science

Protokoll

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 1

PHYWE excellence in science

Bei Schließen des Stromkreises...

- leuchtet zuerst eine Glühlampe.
- leuchten beide Glühlampen gleichzeitig auf.
- leuchtet keine Glühlampe.

Die Glühlampe in dem Zweig mit der Spule leuchtet später auf, als die Glühlampe neben dem Widerstand.

○ Wahr ○ Falsch

Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE excellence in science

Was ist beim Öffnen des Stromkreises zu beobachten.

- ☐ Die Glühlampe neben dem Widerstand leuchtet länger nach.
- ☐ Die Glühlampe neben den Spulen geht beim Ausschalten sofort aus.
- ☐ Die Glühlampe neben den Spulen leuchtet länger nach.
- ☐ Die Glühlampen gehen gleichzeitig aus.

Überprüfen

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 3

Wie kann das Verhalten der Spule beim Einschaltvorgang erklärt werden?

Nachdem der Stromkreis geschlossen ist, beginnt der Strom zu fließen und baut in den Spulen ein veränderliches (stärker werdendes) _____ auf. Dieses ruft in den Spulen eine _____ hervor, die bezüglich der angelegten Betriebsspannung _____ wirkt und das _____ des Stromes so lange verzögert, bis dessen Höchstwert erreicht ist.

Nicht benötigt: _____ (Adjektiv), _____ (Nomen)

- Magnetfeld
- gleichsinnig
- entgegen
- Induktionsspannung
- Anwachsen
- Abfallen

Aufgabe 4

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Beim Öffnen des Stromkreises erlöschen beide Glühlampen _____. Dies liegt daran, dass auch an der Glühlampe im Zweig der Spulen die _____ sehr schnell auf ein Niveau fällt, bei dem die Glühlampe nicht mehr leuchtet. Nach dem Entfernen des Eisenkerns ist das Phänomen bei dem Einschaltvorgang nicht mehr zu beobachten. Dies liegt daran, dass der Eisenkern die _____ Wirkung der Spulen enorm _____. Wird dieser entfernt, so ist die _____ nicht stark genug, um einen merklichen zeitlichen Unterschied in der Erleuchtung der Glühlampen hervorzurufen.

- gleichzeitig
- Spannung
- induktive
- Selbstinduktion
- verstärkt

Überprüfen

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Mehrere Aufgaben	0/2
Folie 18: Beobachtung öffnen des Stromkreises	0/2
Folie 19: Erklärung Einschaltvorgang	0/6
Folie 20: Erklärung Öffnung und ohne Eisenkern	0/5

Gesamtsumme 0/15

Lösungen Wiederholen

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de